



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 02 143 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 02 143.3  
㉑ Anmeldetag: 27. 1. 93  
㉒ Offenlegungstag: 28. 7. 94

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 02 K 23/02**  
H 02 K 16/04  
H 02 K 7/12  
// F02N 11/00, E05F  
15/10, B60N 2/44

DE 4302143 A 1

㉔ Anmelder:

Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG, 96450 Coburg,  
DE

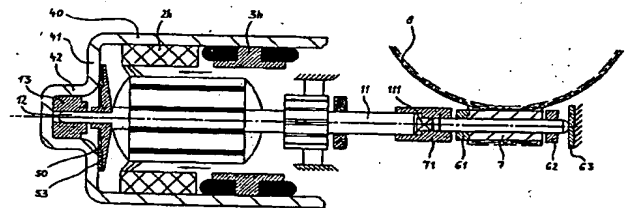
㉕ Erfinder:

Sesselmann, Helmut, O-6406 Steinach, DE;  
Schelhorn, Gerhard, 8630 Coburg, DE

㉖ Elektromotor und Verfahren zum Betreiben des Elektromotors

㉗ Die Erfindung betrifft einen Elektromotor zur Erzeugung einer axialen Relativbewegung zwischen Rotor und Stator und/oder zur Beeinflussung von Drehzahl und Drehmoment in einem weiten Bereich.

Der aus mindestens zwei axial angeordneten Erregerquellen aufgebaute Stator ist gekennzeichnet durch eine Kombination von permanentmagnetischen und elektromagnetischen Erregerquellen, die einen Kommutator zugeordnet sind. Die elektromagnetischen Erregerquellen sind unabhängig voneinander bzw. unabhängig vom Kommutator beeinflussbar. Je nach ihrer Ansteuerung und dem konkreten Aufbau des Motors lassen sich Rotationsbewegungen und axiale Verschiebungen des Rotors gleichzeitig oder nacheinander erzeugen.



DE 4302143 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 94 408 030/278

14/38

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor gemäß des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben des Elektromotors. Der Motor ist für eine breite technische Anwendung für unterschiedlichste Aufgaben geeignet und zeichnet sich durch eine weite Beeinflussbarkeit hinsichtlich der Drehzahl und des Drehmoments des Motors aus. Auch axiale Relativbewegungen zwischen Rotor und Stator lassen sich erzeugen.

Motoren der gattungsgemäßen Bauart sind aus dem Stand der Technik bekannt. So beschreibt beispielsweise DE 35 38 017 A1 eine bauliche Kombination aus Schrittmotor und Linearmotor. Mit diesem Motor sollen beliebige Kombinationen aus axialem Stellweg und Schritt- oder Drehbewegung möglich sein. Der steuerbare Motor trägt in seinem Gehäuse die Leiteranordnungen, während der Rotor eine Mehrzahl von radial magnetisierten Permanentmagneten zur Erzeugung eines rasterförmigen Magnetfeldes aufweist.

Ein solcher Motor besitzt eine sehr geringe Leistungsausbeute und ist vergleichsweise teuer. Eine breite technische Anwendung ist deshalb kaum denkbar.

Die EP 0 335 287 A2 stellt einen axial verschiebbaren Permanentmagneten-Rotor dar, der in einen mit Wechselstrom gespeisten, in zwei Richtungshälften aufgeteilten Stator gelagert ist. Die Spulen sind unabhängig voneinander, einzeln und kombiniert ansteuerbar. Die Erregung der Spulen erfolgt phasenverschoben, um ein rotierendes magnetisches Feld zu erzeugen, wobei der Stator eine zentrale Öffnung aufweist. Zur Ermöglichung einer axialen Verschiebung des Rotors sind die Rotor-Lagermittel entsprechend ausgebildet. Werden die Spulen jedoch nicht bestromt, so können sie auch keine magnetische Axialkraft aufbauen, die in der Lage wäre, eine definierte axiale Stellung des Rotors zu gewährleisten. Deshalb ist eine mit dem Rotor verbundene Rückstellfeder vorgesehen, die jedoch die nutzbare Verschiebelänge und die Verschiebekraft reduziert.

Ein weiterer Motor mit axial verschiebbaren Läufers ist in der DE 24 51 718 B2 beschrieben. Er ist gekennzeichnet durch mindestens ein Polpaar und einen Läufer mit etwa doppelter Länge des Ständerpols. Die radialen bzw. axialen Pole des Ständers können voneinander unabhängig, d. h. gleichzeitig oder nacheinander mit beliebig wählbaren Zeitdauerwerten und Stärken magnetisiert werden.

Auch bei dieser Variante besteht der Nachteil in einer nicht definierten Stellung des Rotors, wenn die Pole des Ständers nicht bestromt werden. Außerdem bringt die gewählte Geometrie des Motors es mit sich, daß nur ein geringer Teil des Potentials des Ständers nutzbar wird.

Einen Verschiebeankermotor mit relativ geringer Masse beschreibt DT 22 09 347 C3. Er verwendet eine Erregerwicklung mit einem zusätzlichen Luftspalt. Im stromlosen Zustand wird die Rückstellfeder wirksam und positioniert den Läufer entsprechend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektromotor mit breiter technischer Anwendbarkeit zu entwickeln, dessen Drehzahl und Drehmoment in einem weiten Bereich beeinflussbar sind. Dabei sollen die gewünschten Leistungen nicht nur kurzzeitig, sondern dauerhaft zur Verfügung stehen. Bei Einsatz des Motors zur Erzeugung axialer Verschiebekräfte soll der Anker auch ohne mechanische Stellelemente (z. B. Feder) im stromlosen Zustand in einer definierten Position gehalten werden. Die dabei ausgeübte Haltekraft soll, falls

gefordert, unabhängig von der Wegposition des Ankers sein. Zum anderen soll der Motor auch zum Einsatz als Drehzahlstellmotor geeignet sein, z. B. auch mit unterschiedlichen Rechts-/Linkslauf-Drehzahlen.

Vorteilhafterweise ist der neue Motor für den Einsatz in Verstellungen von Kraftfahrzeugen geeignet und kann bei Bedarf von der dort vorhandenen Elektronik angesteuert werden. Die axialen Bewegungen der Ankerachse sollen für Schaltvorgänge von Getrieben, z. B. in Sitzverstellungen von Kraftfahrzeugen, oder für Kupplungsvorgänge, z. B. als Anlassermotor, oder für die Betätigung einer Bremsvorrichtung, insbesondere in einem elektrisch angetriebenen Fensterheber, nutzbar sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch einen Elektromotor gelöst, dessen Stator aus einer Kombination von permanentmagnetischen und elektromagnetischen Erregerquellen besteht und der als Rotor einen Kommutator verwendet. Die elektromagnetischen Erregerquellen und der Rotor sind beliebig und unabhängig voneinander ansteuerbar.

Je nach Anwendungsfall des Elektromotors können die Kombination von elektromagnetischen und permanentmagnetischen Erregerquellen wie auch deren Größenverhältnisse untereinander recht unterschiedlich sein. Dennoch ist es vorteilhaft, bestimmte Richtlinien bei der Dimensionierung einzuhalten:

(a) Die permanentmagnetische Erregerquelle soll im Verhältnis zur elektromagnetischen Erregerquelle so groß wie möglich sein, damit sie an der Erzeugung des stationären magnetischen Feldes maximal beteiligt ist.

(b) Die elektromagnetische Erregerquelle sollte nur so groß sein, daß die technische Aufgabe, z. B. Drehzahl- und Drehmomentenbeeinflussung, das Maß der axialen Verschiebung des Rotors, gerade noch sicher erfüllt werden kann.

Diese Richtlinien dienen der Energie- und Kostenoptimierung des erfindungsgemäßen Motors.

Nach einer Vorzugsvariante der Erfindung besteht der Stator aus einem Elektromagneten und einem Permanentmagneten, deren Längen etwa gleich groß sind bzw. wobei die Länge des Permanentmagneten mindestens so groß ist wie die des Elektromagneten.

Diese Ausführungsvariante eignet sich besonders zur Überbrückung großer axialer Stellwege und zur Erzeugung großer Unterschiede zwischen Drehmoment und Drehzahl des Elektromotors. So kann beispielsweise durch Aktivierung des Elektromagneten ein sehr großes Moment erzeugt werden, während bei Abschaltung des Elektromagneten das Drehmoment stark abfällt, jedoch die Drehzahl steil ansteigt.

Erfindungsgemäße Motoren, die etwa gleich lange Permanentmagneten und Elektromagneten einsetzen, eignen sich besonders für den Einsatz als Startermotoren für Verbrennungskraftmaschinen. Ist der kleinere Anteil des Stators dem Elektromagneten vorbehalten, so eignet er sich besonders zur Ausübung von Schaltvorgängen, z. B. in Verbindung mit Getrieben, oder als Fensterheber - Bremsmotor, wobei im nichtbestromten Zustand des Stators der Rotor ausschließlich durch den Permanentmagneten in einer Bremsstellung gehalten wird. Eine weitere Variante der Erfindung sieht die Verwendung eines Permanentmagneten vor, dessen Länge wesentlich größer ist als die Länge der elektromagnetischen Erregerquelle (Elektromagneten). Sie eig-

net sich zur Erzeugung kleiner Verstellwege bei geringen Verschiebe- und Kupplungskräften. Die Momenten- und Drehzahlbeeinflussung ist hierbei sekundär und im wesentlichen ohne Belang. Anwendungen für einen derart dimensionierten Elektromotor werden in der Bürotechnik, wie z. B. für einen Drucker oder eine Schreibmaschine, gesehen.

Eine weitere Grundvariante der Erfindung ist in der Anordnung von zwei Elektromagneten und einem zwischen diesen angeordneten Permanentmagneten zu sehen. Je nachdem, wie die Größenverhältnisse bzw. die Energieverhältnisse zwischen den Elektromagneten und Permanentmagneten gewählt wurden, ist eine mehr oder weniger große Drehzahl- und Momentenbeeinflussung ausführbar. Im allgemeinen eignet sich diese Erfindungsvariante zur Überbrückung sehr großer Verstellwege mit wahlweise bis zu drei verschiedenen axialen Ankerpositionen, die beispielsweise für Schaltpositionen eines Getriebes genutzt werden können. Ein solches Mehrfachschaltgetriebe ist beispielsweise für eine 3-Wege-Sitzverstellung einsetzbar.

Wird der Stator hingegen aus zwei Permanentmagneten mit einem zwischenliegenden Elektromagneten gebildet, so treten keine elektromagnetisch verursachten Axialkräfte auf. Somit sind keine Axialverschiebungen bzw. daraus resultierende Schaltvorgänge nutzbar. Diese Ausführung von Erfindung wird vielmehr vorzugsweise als Drehzahlstellmotor genutzt und kann je nach Ansteuerung zur Realisierung unterschiedlichster Effekte Verwendung finden. Beispielsweise ist durch Umpolung des Elektromagneten ein dem permanentmagnetischen Feld entgegengesetzt gerichtetes Feld erzeugbar, das zum Abbremsen des Motors genutzt werden kann. In analoger Weise läßt sich allerdings auch ein Softanlauf realisieren. Die Verwendung dieses Elektromotors wird bevorzugt dort erfolgen, wo eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Beeinflussung von Drehzahl und Drehmoment gewünscht wird.

Der Elektromotor wird erfindungsgemäß betrieben durch eine den Anwendungsbedingungen angepaßte unabhängige Bestromung der elektromagnetischen Erregerquellen des Stators und des Ankers.

In Abhängigkeit der zeitlichen Reihenfolge der Bestromung der elektromagnetischen Erregerquellen des Stators und des Ankers ist eine Axialverschiebung und anschließende Rotationsbewegung des Ankers oder eine gleichzeitige Axialverschiebung und Rotationsbewegung des Ankers oder eine Rotationsbewegung und anschließende Axialverschiebung des Ankers oder eine pulsierende axiale Bewegung des Ankers erzeugbar. Voraussetzung hierfür ist der Aufbau des Stators aus mindestens einer elektromagnetischen Erregerquelle und mindestens einem Permanentmagneten.

Dabei ist zu beachten, daß die Bestromung des Rotors stets eine Drehbewegung und die Bestromung der elektromagnetischen Erregerquellen des Stators stets eine Axialverschiebung hervorruft. Durch die kombinierte Ansteuerung von Rotor und Stator lassen sich die voranbezeichneten Effekte leicht erzeugen bzw. zeitlich versetzt kombinieren. Die Steuerung der Bestromung des Elektromagneten kann jedoch auch zur Leistungsanpassung hinsichtlich Drehmoment und Drehzahl genutzt werden. Zu einer sehr großen, jedoch kurzzeitigen Leistungssteigerung des Motors können die elektromagnetischen Erregerquellen auch übererregt werden. Dies ist besonders dann interessant, wenn der extreme Leistungsbedarf nur kurzzeitig vorliegt, wie beispielsweise beim Einfahren der Fensterscheibe in den oberen

Dichtungsbereich der Tür oder beim Anlauf des Motors.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und dem dargestellten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Permanentmagneten und einem Elektromagneten etwa gleicher Leistungsfähigkeit.

Fig. 2 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Permanentmagneten und einem Elektromagneten sowie einem axialen Anschlag für den Rotor.

Fig. 3 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Permanentmagneten und einem Elektromagneten, wobei der Elektromagnet nur einen kleinen Anteil am Stator bildet.

Fig. 4 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem zwischen zwei Elektromagneten angeordneten Permanentmagneten.

Fig. 5 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Elektromagneten, dem beidseitig Permanentmagneten zugeordnet sind.

Fig. 6 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Permanentmagneten und einem Elektromagneten

(a) Elektromagnet und Rotor nicht bestromt; keine Kraftwirkungen

(b) Elektromagnet bestromt; Rotor nicht bestromt: axiale Kraftwirkung bzw. Verstellbewegung des Rotors

(c) Elektromagnet und Rotor bestromt: zusätzliche Drehung des Rotors.

Fig. 7 Schematische Darstellung eines Kommutatormotors mit einem Permanentmagneten und benachbart angeordneten Elektromagneten.

(a) Beide Elektromagneten und Rotor nicht bestromt: Keine Kraftwirkungen

(b) Linker Elektromagnet bestromt; rechter Elektromagnet und Rotor nicht bestromt: axiale Kraftwirkung bzw. Verstellbewegung des Rotors nach links.

(c) Rechter Elektromagnet bestromt; linker Elektromagnet und Rotor nicht bestromt: axiale Kraftwirkung bzw. Verstellbewegung des Rotors nach rechts.

Fig. 8 Elektromotor mit formschlüssiger Bremse.

Fig. 9 Elektromotor mit reibschlüssiger Bremse.

Die Ausführungsbeispiele beschränken sich auf einige ausgewählte Varianten der Erfindung und sollen Möglichkeiten der Nutzung des Erfindungsprinzips andeuten. Der Schutzzumfang erstreckt sich jedoch darüber hinaus auf jede beliebige Kombination von permanentmagnetischen Erregerquellen eines Kommutatormotors, die sinnvoll nutzbar ist.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Motor mit etwa gleich großen und annähernd gleichermaßen leistungsfähigen permanentmagnetischen und elektromagnetischen Erregerquellen 2a, 3a. Denen zugeordnet ist ein Rotor 10, der auf der Rotationsachse 1 axial verschiebbar lagert. Durch Zuschalten des Elektromagneten 3a wird eine Stellbewegung des Rotors 10 in Pfeilrichtung (nach rechts) induziert.

Diese Kombination etwa gleich großer Magneten 2a, 3a eignet sich sehr gut zur Erzeugung großer Stellwege. Außerdem sind große Unterschiede von Drehzahl und

Drehmoment des Elektromotors erzielbar. Während durch den Betrieb mit bestromten Elektromagneten 3a eine bedeutende Steigerung des Drehmoments erreicht wird, kann beim Betrieb des Motors nur mit dem Permanentmagneten 2a die Leerlaufdrehzahl gesteigert werden.

Der in Fig. 2 dargestellte Motor besitzt einen etwas größeren Permanentmagneten 2b und einen etwas kleineren Elektromagneten 3b. Auf der Seite des Permanentmagneten 2b ist dem axial-verschiebbaren Motor eine Bremsplatte 9 zugeordnet. Bei nichtbestromtem Elektromagneten 3b wird der Rotor vom Permanentmagneten 2b gegen die Bremsplatte gezogen, wodurch eine Selbsthemmung des Motors im abgeschalteten Zustand bzw. seine schnelle Abbremsung bei Stromausfall gewährleistet ist. Durch Bestromung des Elektromagneten 3b wird der Rotor 10 aus seiner Bremsstellung heraus gezogen und verschiebt sich axial in Pfeilrichtung (nach rechts).

Die schematische Abbildung des Motors gemäß Fig. 3 stellt gegenüber den beschriebenen Varianten eine Abwandlung insofern dar, als der verwendete Permanentmagnet 2c gegenüber dem Elektromagneten 3c wesentlich größer und leistungsfähiger ist. Er eignet sich zur Ausführung kleiner bis mittlerer Axialverschiebungen, die beispielsweise für Schaltvorgänge genutzt werden. Drehzahl und Drehmomentenbeeinflussungen sind wegen des geringen Leistungsanteils des Elektromagneten nur in geringem Umfang möglich.

Die Fig. 4 und 5 zeigt Varianten der Erfindung, die mehr als zwei magnetische Erregerquellen im Stator des Motors kombinieren. Gemäß Fig. 4 besteht der Motor aus zwei Elektromagneten 3d und einem dazwischen angeordneten Permanentmagneten 2d bzw. gemäß Fig. 5 aus zwei Permanentmagneten 2e und einem dazwischen angeordneten Elektromagneten 3e.

Je nach den Größen- bzw. Leistungsverhältnissen der magnetischen Erregerquellen 2d, 3d bzw. 2e, 3e ist ein mehr oder weniger großes Maß der Drehzahl- und Momentenbeeinflussung erzielbar. Im Gegensatz zur Variante gemäß Fig. 5 sind mit dem Motor entsprechend der Darstellung nach Fig. 4 zusätzlich auch axiale Verstellbewegungen ausführbar.

Die Verstellwege können relativ groß sein und der Rotor 10 kann in bis zu drei axialen Positionen eine definierte (stabile) Lage einnehmen. Solche Motoren können beispielsweise für Mehrfachschaltgetriebe Verwendung finden. Im Vergleich dazu eignet sich der Motor gemäß Fig. 5 vorzugsweise als Drehzahlstellmotor. Je nach Ansteuerung des Elektromagneten 3e kann dieser Motorenaufbau auch zur Realisierung eines Soft-Anlaufs, eines kräftigen Anlaufs oder zum Abbremsen des Rotors 10 verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des neuen Elektromotors ist gekennzeichnet durch eine unabhängige Bestromung der Elektromagneten 3 des Stators und der Ankerwicklungen des Rotors. Je nach gewählter Kombination von Permanentmagneten 2 und Elektromagneten 3 des Stators ergeben sich unterschiedlich viele Möglichkeiten der zeitlichen Reihenfolge der Bestromung.

Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele sollen die verschiedenen Reaktionen des Rotors 10 bei unterschiedlichen Bestromungsvarianten zeigen. Ein symbolisierter "Blitz" zeigt an, wenn ein Elektromagnet 3 und/oder der Rotor 10 bestromt sind. Die von den Magneten 2, 3 ausgehenden Pfeile symbolisieren das vom Elektromagneten 3 bzw. das stets vom Permanentmagneten 2

ausgehende Magnetfeld. Während dessen zeigen die auf die Rotorachse 1 bezogenen Pfeile die Kraftwirkung bzw. die Bewegungsrichtung des Rotors 10 an, die durch die letzte Stromzuschaltung ursächlich hervorgerufen wurde.

Fig. 6a zeigt zunächst einen völlig unbestromten Motor, dessen Rotor 10 durch den Einfluß des Magnetfeldes des Permanentmagneten 2f auf einer außermittigen (linken), eventuell seitlichen Anschlagposition gehalten wird. Mit dem Zuschalten des daneben angeordneten Elektromagneten 3f verschiebt sich das Kräftegleichgewicht nach rechts, was zu einer entsprechenden Verlagerung des Rotors 10 führt (siehe Fig. 6b). Eine Rotation des Rotors 10 erfolgt jedoch noch nicht. Erst mit der Bestromung des Rotors 10 (gemäß Fig. 6c) beginnt sich dieser zu drehen.

Würde man nun den Elektromagneten wieder abschalten (was nicht dargestellt ist), so würde der Rotor 10 unter Beibehaltung seiner Drehbewegung axial in die linke Position zurückfallen, die er gemäß Fig. 6a inne hat.

Die Variante nach Fig. 7 besteht aus zwei Elektromagneten 3g, zwischen denen ein Permanentmagnet 2g angeordnet ist. Auch hier wird zunächst (siehe Fig. 7a) von einem völlig unbestromten Motor ausgegangen. Durch den Permanentmagneten wird der Rotor in einer mittleren Position gehalten. Würde man nun ausschließlich den Rotor 10 bestromen, so würde dieser rotieren, ohne seine axiale Position zu verändern. Da das permanentmagnetische Feld den vergleichsweise langen Rotor 10 nicht sättigen kann, ist auch nur die Übertragung eines vergleichsweise geringen Moments möglich. Andererseits ist die Rotationsgeschwindigkeit verhältnismäßig groß.

Gemäß Fig. 7b wurde der linke Elektromagnet 3g zugeschaltet, wodurch eine ebenfalls nach links gerichtete axiale Kraftkomponente entsteht. Diese Kraftkomponente wirkt entgegengesetzt, wenn statt dessen der rechte Elektromagnet 3g zugeschaltet wird. Bei zusätzlicher Bestromung des Rotors 10 beginnt dieser zu rotieren, und zwar mit einer geringeren Drehzahl als bei der Variante 7a, jedoch unter Abgabe eines verstärkten Drehmoments.

Das Drehmoment kann durch Zuschaltung beider Elektromagneten 3g weiter gesteigert werden. Dabei würde der Rotor 10 die axiale Stellung gemäß Fig. 7a einnehmen bzw. frei von axialen Kraftkomponenten sein.

Zur Verwendung des erfindungsgemäßen Motors für Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen, z. B. für einen elektrisch angetriebenen Fensterheber, sind in den Fig. 8 und 9 zusätzlich Getriebeelemente dargestellt. Beide Motoren weisen im Stator getriebeseitig einen Elektromagneten 3h auf, dem ein etwa gleich starker Permanentmagnet 2h zugeordnet ist. Die Rotorwellen 11 besitzen gehäuseseitig einen abgesetzten Wellenzapfen 12, der im Lager 13 geführt wird und der außerdem eine drehfest verbundene Bremsscheibe 50 trägt.

Das Lager 13 ist in einer Topfprägung 42 des Gehäusebodens 41 angeordnet. Gehäuseboden 41 und Bremsscheibe 50 sind so ausgebildet, daß ihre Oberflächen in günstiger Weise in reibende (kraftschlüssige) oder verriegelnde (formschlüssige) Verbindung treten können, und zwar wenn der Motor abgeschaltet wird und der Permanentmagnet 2h den Rotor 10 in seine gehäuseseitige Anschlagposition zieht.

Gemäß Fig. 8 ist der Elektromagnet 3h bestromt und der Motor befindet sich in Arbeitsposition. D. h., der

Rotor 10 hat aus seiner Ruheposition heraus eine axiale Verschiebung in Richtung des Getriebes ausgeführt, wodurch auch die Bremsscheibe 50 mit ihren Bremsklauen 51 aus den Vertiefungen 52 herausgehoben und damit der rastende Eingriff aufgehoben wurde. Bei Unterbrechung der Stromzufuhr zum Elektromagneten 3h fällt der Rotor 10 unter der Wirkung des andauernden permanentmagnetischen Feldes augenblicklich in seine Verriegelungsposition. Abtriebsseitige Kräfte können somit keinerlei Verstellungen auslösen.

Gemäß Fig. 9 erfolgt keine Bestromung des Elektromagneten 3h; der Motor befindet sich in Ruhe. Der Bremsbelag 53 mit der Bremsscheibe 50 steht reibschlüssig in Folge der auf den Rotor 10 wirkenden permanentmagnetischen Axialkraft unter einem gewissen Anpreßdruck mit der Innenseite des Gehäusebodens 41. Da ein großer Reibradius vorhanden ist, sind gute Voraussetzungen für eine Selbsthemmung des Motors gegeben.

Die Reibung kann noch dadurch verstärkt werden, daß der Reibbelag 53 mit permanentmagnetischen Eigenschaften ausgestattet ist und mit dem ferromagnetischen Gehäuse 40 des Motors in Wechselwirkung tritt. Es muß lediglich dafür Sorge getragen werden, daß die bei Zuschaltung des Elektromagneten 3h auftretende Axialkraft in Richtung Getriebe ausreicht, den magnetischen Bremsbelag vom Gehäuseboden 41 loszureißen.

Die Kraftübertragung auf die Verstelleinrichtung wird durch ein motorseitiges Kupplungsteil 110, 111, das in ein getriebeseitiges Kupplungsteil 70, 71 axialverschiebbar und verdrehsicher eingreift, gewährleistet. Die Schnecke 7 wird von zwei Radiallagern 61, 62 und einem Axiallager 63 gestützt und kämmt mit einem Schneckenrad 8.

#### Bezugszeichen

- 1 Rotationsachse
- 10 Rotor
- 11 Rotorwelle
- 12 Wellenzapfen
- 13 Lager
- 110 Kupplungsteil (motorseitig)
- 111 Kupplungsteil (motorseitig)
- 2a Permanentmagnet
- 2b Permanentmagnet
- 2c Permanentmagnet
- 2d Permanentmagnet
- 2e Permanentmagnet
- 2f Permanentmagnet
- 2g Permanentmagnet
- 2h Permanentmagnet
- 3a Elektromagnet
- 3b Elektromagnet
- 3c Elektromagnet
- 3d Elektromagnet
- 3e Elektromagnet
- 3f Elektromagnet
- 3g Elektromagnet
- 3h Elektromagnet
- 40 Gehäuse
- 41 Gehäuseboden
- 42 Topfprägung
- 50 Bremsscheibe
- 51 Bremsklaue
- 52 Vertiefung
- 53 Bremsbelag
- 61 Radiallager

- 62 Radiallager
- 63 Axiallager
- 7 Schnecke
- 70 Kupplungsteil (schneckenseitig)
- 71 Kupplungsteil (schneckenseitig)
- 8 Schneckenrad
- 9 Bremsplatte

#### Patentansprüche

1. Elektromotor zur Erzeugung einer drehenden und gegebenenfalls einer translatorischen Bewegung durch Beeinflussung des stationären magnetischen Feldes unter Verwendung eines Rotors und eines Stators, wobei der Stator aus mindestens zwei axial angeordneten Erregerquellen aufgebaut ist, und daß wenigstens eine Erregerquelle beeinflussbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator aus einer Kombination von permanentmagnetischen und elektromagnetischen Erregerquellen besteht und daß als Rotor ein Kommutator verwendet wird.
2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator aus einer elektromagnetischen und einer permanentmagnetischen Erregerquelle besteht, wobei die Länge der permanentmagnetischen Erregerquelle mindestens so groß ist wie die der elektromagnetischen Erregerquelle.
3. Elektromotor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der permanentmagnetischen Erregerquelle wesentlich größer ist als die Länge der elektromagnetischen Erregerquelle.
4. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator aus zwei elektromagnetischen Erregerquellen und einer zwischen diesen angeordneten permanentmagnetischen Erregerquelle aufgebaut ist.
5. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator aus zwei permanentmagnetischen Erregerquellen und einer zwischen diesen angeordneten elektromagnetischen Erregerquelle aufgebaut ist.
6. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle gehäuseseitig eine Bremseinrichtung trägt und getriebeseitig über ein Kupplungselement axial verschiebbar mit der ersten Stufe eines Getriebes in Verbindung steht.
7. Elektromotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung formschlüssig mit dem Gehäuseboden des Motors in Eingriff bringbar ist.
8. Elektromotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung reibschlüssig mit dem Gehäuseboden des Motors in Eingriff bringbar ist.
9. Elektromotor nach Anspruch 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung einen Permanentmagneten, vorzugsweise einen permanentmagnetischen Ring aufweist, der den Gehäuseboden des Motors in als magnetischen Rückschluß nutzt.
10. Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors, der aus einem Kommutator und einem aus einer Kombination von permanentmagnetischen und elektromagnetischen Erregerquellen aufgebauten Stator besteht, wobei der Kommutator und der Stator gegebenenfalls axial zueinander verschiebbar gelagert sind, dadurch gekennzeichnet, daß die

elektromagnetischen Erregerquellen des Stators und der Kommutator unabhängig voneinander bestromt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der aufeinanderfolgenden Erzeugung einer Axialverschiebung und anschließender Rotationsbewegung des Ankers zunächst die elektromagnetische Erregerquelle und anschließend zusätzlich der Rotor bestromt wird. 5

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der gleichzeitigen Erzeugung einer Axialverschiebung und Rotationsbewegung des Rotors die elektromagnetische Erregerquelle und der Rotor vom gleichen Zeitpunkt an bestromt werden. 10

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der aufeinanderfolgenden Erzeugung einer Rotationsbewegung und anschließender Axialbewegung des Ankers zunächst der Rotor und anschließend zusätzlich die elektromagnetische Erregerquelle bestromt wird. 15

14. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Leistungsanpassung hinsichtlich Drehmoment und Drehzahl die Erregung der elektrischen Quellen entsprechend stark erfolgt. 20

15. Verfahren nach Anspruch 10 und/oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur kurzzeitigen Leistungssteigerung des Motors die elektromagnetischen Erregerquellen übererregt werden. 25

16. Verfahren nach Anspruch 10 und/oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß zum Abbremsen der Drehbewegung des Motors das Feld der elektromagnetischen Erregerquelle umgepolt und seine Stärke entsprechend gesteuert wird. 30

17. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Erzeugung einer axialen pulsierenden Bewegung des Rotors die Bestromung der elektromagnetischen Quellen des Stators mit einer vorgesehenen Frequenz unterbrochen wird. 35

18. Verwendung eines Elektromotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor für Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird. 40

19. Verwendung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor mit einer Bremsvorrichtung oder einer Sperreinrichtung ausgerüstet ist, die durch eine axiale Verschiebung des Rotors bei Nichtbestromung des Elektromagneten des Stators geschaltet wird. 45

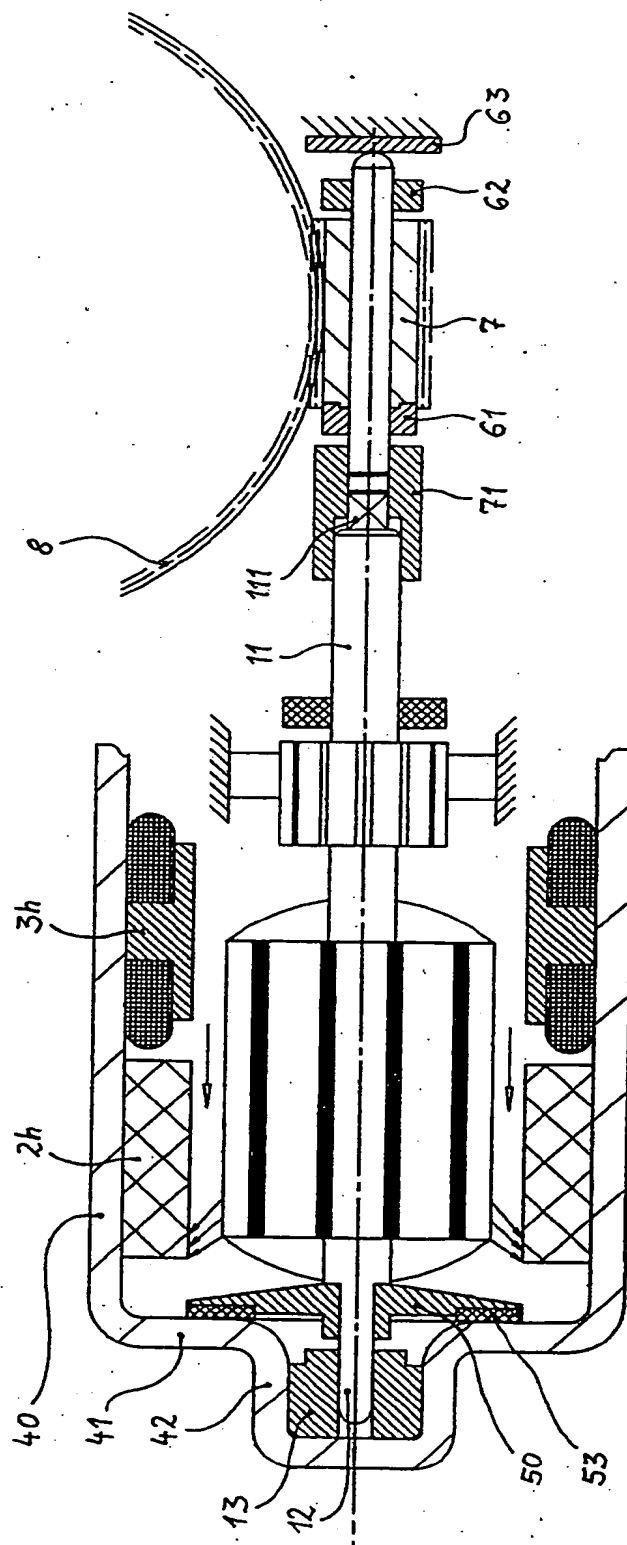
20. Verwendung nach Anspruch 18 und 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Brems- bzw. Sperreinrichtung innerhalb des Gehäuses des Elektromotors angeordnet ist. 50

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

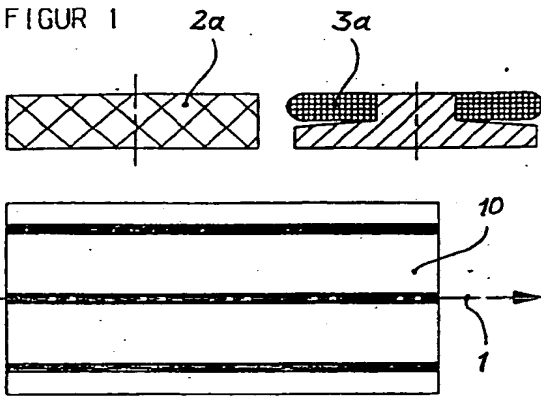
60

65

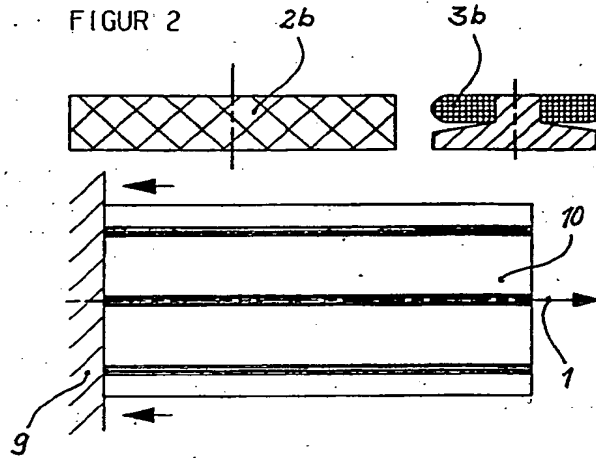
FIGUR 9



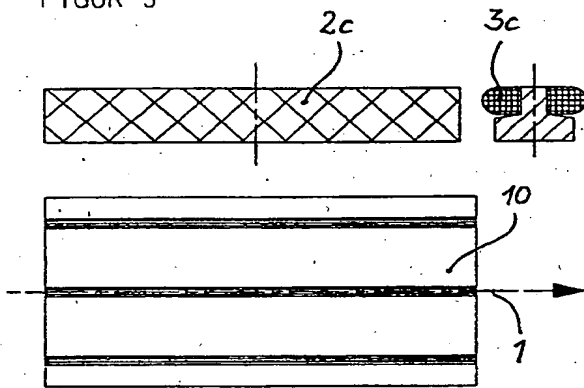
FIGUR 1



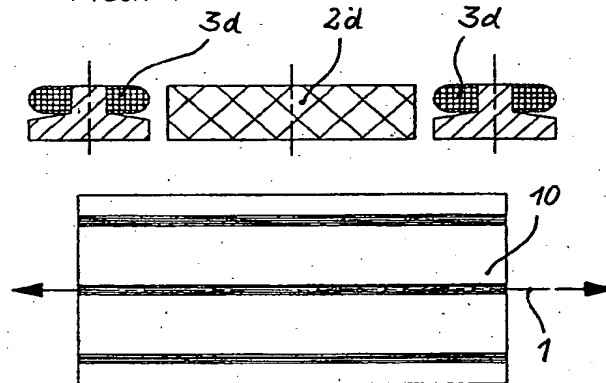
FIGUR 2



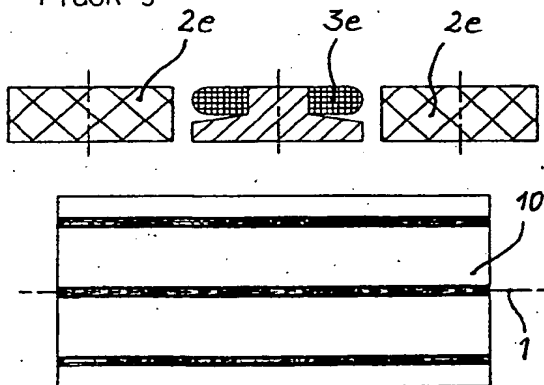
FIGUR 3



FIGUR 4

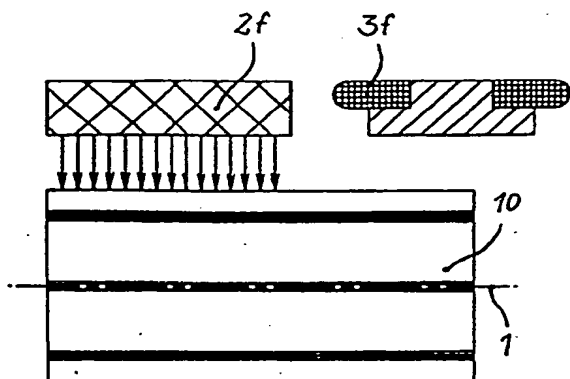


FIGUR 5

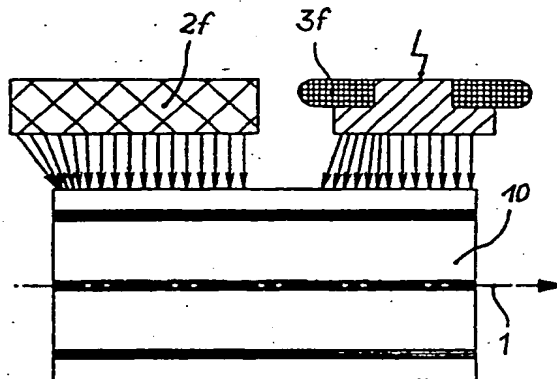




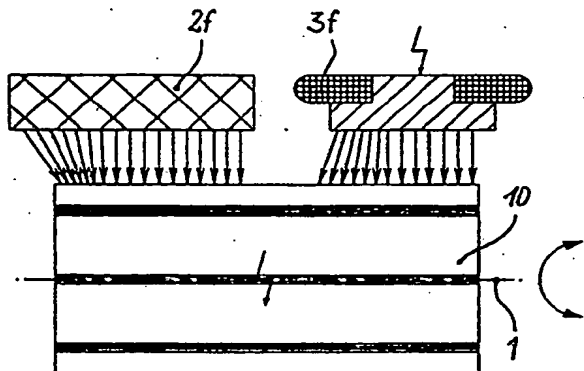
FIGUR 6a



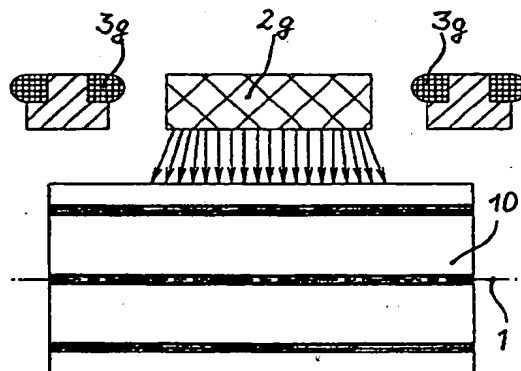
FIGUR 6b



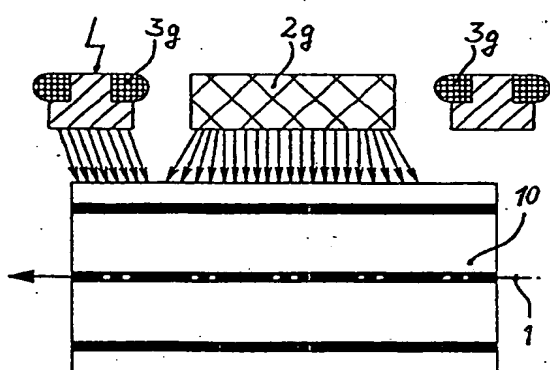
FIGUR 6c



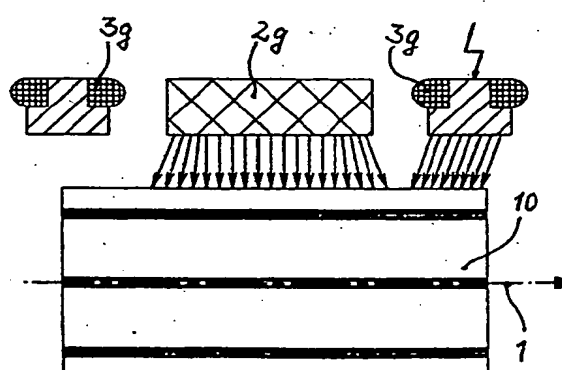
FIGUR 7a



FIGUR 7b



FIGUR 7c



FIGUR 8

